



(19)

(11) Publication number:

04339660 A

Generated Document.

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(21) Application number: 03170707

(51) Int. Cl.: B41J 2/045 B41J 2/055

(22) Application date: 14.06.91

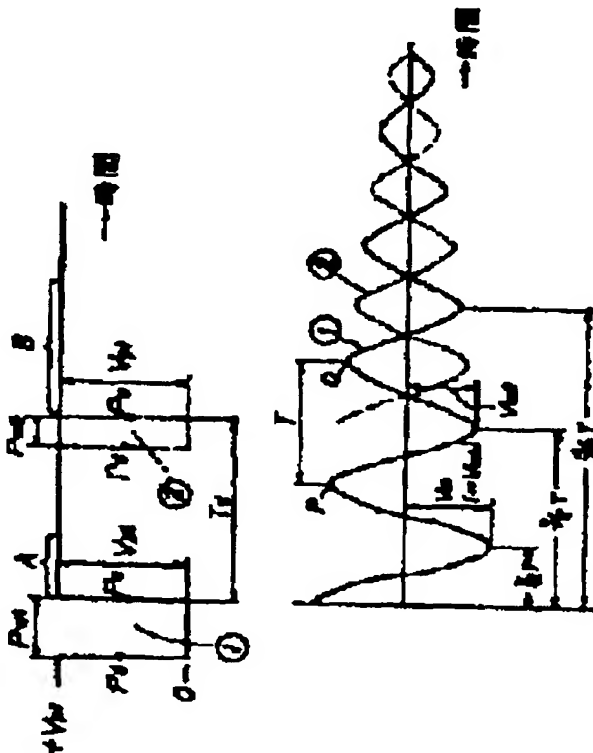
<p>(30) Priority: 23.10.90 JP 02285577</p> <p>(43) Date of application publication: 26.11.92</p> <p>(84) Designated contracting states:</p>	<p>(71) Applicant: RICOH CO LTD</p> <p>(72) Inventor: NAKANO TOMOAKI KOMAI HIROMICHI HIRATA TOSHITAKA INADA TOSHIO KADONAGA MASAFUMI</p> <p>(74) Representative:</p>
---	--

(54) METHOD FOR DRIVING
LIQUID JET RECORDING
HEAD

(57) Abstract:

PURPOSE: To print an image of high quality even by high frequency by stabilizing the jet state of a liquid droplet and eliminating the change of a droplet speed to driving frequency.

CONSTITUTION: A signal $+V_{p1}$ always holding flow passages so as to contract the volumes thereof is applied to the piezoelectric element of a liquid jet recording head consisting of a plurality of parallel flow passages, the nozzles connected to the parallel flow passages to inject liquid droplets, a connection means supplying a liquid to the parallel flow passages and the piezoelectric element making the volumes of the parallel flow passages variable to displace the piezoelectric element in the direction increasing the volume the selected flow passage and a first pulse (1) displacing said element in the direction contracting the volume is again applied and, after the time delay T_d from the point of time emitting a liquid droplet from the nozzle corresponding to the flow passage, second pulse (2) different in pulse width is applied.



COPYRIGHT: (C)1992,JPO&Japio

(11)特許出願公開番号

特開平4-339660

(43)公開日 平成4年(1992)11月26日

技術表示箇所

2/055

103 A

審査請求 未請求 請求項の数3(全 7 頁)

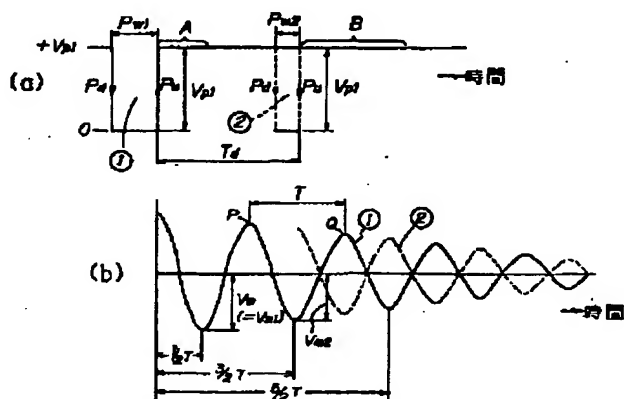
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液体噴射記録ヘッドの駆動方法

(57) 【要約】

【目的】 液滴の噴射状態を安定にし、駆動周波数に対する滴速度の変動をなくし、高周波でも高品質の画像を印写可能にする。

【構成】 複数の平行流路と、該平行流路の各々に接続されて液滴噴射するノズルと、前記平行流路に給液する接続手段と、前記平行流路の容積を可変とする圧電素子とからなる液体噴射記録ヘッドの圧電素子に、常時流路容積が縮小するように保持する信号+V_{p1}を与え、選択された流路に対して流路容積を増大する向きに変位させた後、再び流路の容積が縮小する変位を与える第1パルス①を印加し、流路に対応するノズルから液滴を吐出した時間遅れT_d後に、パルス幅の異なる第2パルス信号②を印加する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 流路の長手方向に対し互いに間隔をあけて配設された複数の平行流路と、該平行流路の各々に接続されて液滴噴射するノズルと、前記平行流路に給液する接続手段と、前記平行流路の長手方向に垂直な方向に変位を与えて該流路の容積を可変とする圧電素子とからなり、該圧電素子に常時流路容積が縮小するように保持する信号を与え、選択された流路に対して流路容積を増大する向きに変位させた後、再び流路の容積が縮小する変位を与えるパルス信号を印加して流路に対応するノズルから液滴を噴射する液体噴射記録ヘッドの駆動方法において、前記パルス信号の印加により液滴を吐出した後、パルス幅の異なる第2パルス信号を印加することを特徴とする液体噴射記録ヘッドの駆動方法。

【請求項2】 流路の長手方向に対し互いに間隔をあけて配設された複数の平行流路と、該平行流路の各々に接続されて液滴噴射するノズルと、前記平行流路に給液する接続手段と、前記平行流路の長手方向に垂直な方向に変位を与えて該流路の容積を可変とする圧電素子とからなり、該圧電素子に常時流路容積が縮小するように保持する信号を与え、選択された流路に対して流路容積を増大する向きに変位させた後、再び流路の容積が縮小する変位を与えるパルス信号を印加して流路に対応するノズルから液滴を噴射する液体噴射記録ヘッドの駆動方法において、前記パルス信号の印加により液滴を吐出した後、波高値の異なる第2パルス信号を印加することを特徴とする液体噴射記録ヘッドの駆動方法。

【請求項3】 前記パルス信号の印加による残留振動周期をTとして、前記パルス信号の立上りから(3/2)Tの時間遅れで前記第2パルス信号が立上るように第2のパルス信号を印加することを特徴とする請求項1又は2記載の液体噴射記録ヘッドの駆動方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【技術分野】 本発明は、オンデマンド型インクジェット記録装置の記録ヘッドの駆動方法に関し、より詳細には、簡単で低コストに印字品質を大幅に向上させる液体噴射記録ヘッドの駆動方法に関する。

【0002】

【従来技術】 記録液滴を必要時のみ吐出するために圧電素子を備えた記録ヘッドに電気信号を印加して圧力波に変換し、該圧力波により液滴噴射するという液滴吐出圧力制御方式のオンデマンド型インクジェット記録方式は、電気信号に応じた圧力パルスを発生するので駆動回路も簡易で、構造も単純であるという長所がある。本発明に係る従来技術の公知文献としては、例えば特公平2-24218号公報に記載された「オンデマンド型インクジェットヘッドの駆動方法」、あるいは特開昭59-176060号公報に記載された「インクジェットヘッド駆動方法」がある。

【0003】 特公平2-24218号公報は、上記オンデマンド型インクジェットヘッドの駆動方法に関するもので、圧電素子に予め分極電圧と同方向の電圧を印加して充電し、圧力室の容積を減少させておき、インク噴射時には信号パルスを印加し、前記電圧から信号パルスの立下げにより徐々に放電させ容積を増大させた後、パルスの立上げにより急速に充電させ、圧力室の容積を減少させることによりインクを噴射させるもので、安価な駆動回路で駆動でき、低い駆動電圧で液滴を噴射させる技術が開示されている。

【0004】 また、特開昭59-176060号公報は、振動板を圧力室内のインク圧を減ずる方向に変形させる主駆動信号の前縁を圧電素子に印加し、圧力室にインクを供給し、インク流路系、振動板及び圧電素子によって決まるヘッドの固有振動の位相に合わせて振動板を定常状態に戻すための主駆動信号の後縁を印加することにより、圧力室内のインク圧を急激に高めてノズルからインク滴を噴射させ、さらに固有振動に対して逆位相の1つ以上の補助駆動信号を印加するインクジェットヘッド記録方法で、ヘッドを駆動したときの繰り返し周波数特性を改善するために主駆動信号を印加した後に補助駆動信号を印加する技術が開示されている。

【0005】 しかし、上記技術によると印加する補助駆動信号の立下がり、すなわち流路内インク圧を低下させる方向の駆動信号のタイミングは主駆動信号によるインクの吐出が完全に終了する以前となるので、主駆動信号によって励起された固有振動に対して、補助駆動信号による固有振動は逆位相とならず、完全に固有振動を押え込むことはできない。従って、さらに固有振動を押え込むようにしようとするときは、次々に複数の補助信号が必要となるので、駆動回路が複雑、かつ高価となってしまいう欠点がある。

【0006】 また、吐出量を減少させることになるので、印字したときのドット径は小さくなり、グラフィック印字の場合、一様な濃度である筈のベタ印字部分はドット間の重なり率が低いために濃度ムラが生じてしまうことがある。さらにまた、ヘッドの固有振動に対して、補助駆動信号の印加タイミング及び印加時間が不明確であり、実用性に欠けている。

【0007】

【目的】 本発明は、叙上の問題点に鑑みなされたもので、インクの噴射状態を安定にし、駆動周波数に対するインクの噴射速度の変動をなくすようにした液体噴射記録ヘッドの駆動方法を提供することを目的としてなされたものである。

【0008】

【構成】 本発明は、上記目的を達成するために、(1) 流路の長手方向に対し互いに間隔をあけて配設された複数の平行流路と、該平行流路の各々に接続されて液滴噴射するノズルと、前記平行流路に給液する接続手段と、

前記平行流路の長手方向に垂直な方向に変位を与えて該流路の容積を可変とする圧電素子とからなり、該圧電素子に常時流路容積が縮小するように保持する信号を与え、選択された流路に対して流路容積を増大する向きに変位させた後、再び流路の容積が縮小する変位を与えるパルス信号を印加して流路に対応するノズルから液滴を噴射する液体噴射記録ヘッドの駆動方法において、前記パルス信号の印加により液滴を吐出した後に、パルス幅の異なる第2パルス信号を印加すること、或いは、

(2) 流路の長手方向に対し互いに間隔をあけて配設された複数の平行流路と、該平行流路の各々に接続されて液滴噴射するノズルと、前記平行流路に給液する接続手段と、前記平行流路の長手方向に垂直な方向に変位を与えて該流路の容積を可変とする圧電素子とからなり、該圧電素子に常時流路容積が縮小するように保持する信号を与え、選択された流路に対して流路容積を増大する向きに変位させた後、再び流路の容積が縮小する変位を与えるパルス信号を印加して流路に対応するノズルから液滴を噴射する液体噴射記録ヘッドの駆動方法において、前記パルス信号の印加により液滴を吐出した後に、波高

値の異なる第2パルス信号を印加すること、更には、
(3) 前記(1)又は(2)において、前記パルス信号の印加による残留振動周期を T として、前記パルス信号の立上りから $(3/2)T$ の時間遅れで前記第2パルス信号が立上るように第2のパルス信号を印加することを特徴としたものである。以下、本発明の実施例に基づいて説明する。

【0009】まず、オンデマンド型インクジェット記録ヘッド(以後単にヘッドと呼ぶ)について説明する。図5(a)、(b)は、記録ヘッドの構成を説明するための図で、図(a)は断面図、図(b)は図(a)のA-A線矢視拡大図である。図中、1は基板、2は圧電素子、3は流路板、3aは流路(加圧室)、3bは壁部、4は共通液室構成部材、4aは共通液室、5はインク供給パイプ、6はノズルプレート、6aはノズル、7は駆動用回路プリント板(PCB)、8はリード線、9は駆動電極、10は充填剤、11は保護板、12は流体抵抗、13、14は電極、15は上部隔壁である。

【0010】集積化されたヘッドにおいて、電極13、14を有する積層された圧電素子2は、流路3aに対応して、該流路3a方向に溝加工が施され、溝10、駆動圧電素子2b、非駆動圧電素子2aに区分される。溝10には充填剤が封入されている。溝加工が施された圧電素子2には上部隔壁15を介して流路板3が接合される。すなわち前記上部隔壁15は、非駆動圧電素子2aと隣接する流路3aを隔てる壁部3bとで支持される。駆動圧電素子2aの幅は流路3aの幅よりも僅かに狭く選んでいる。駆動用回路プリント板(PCB)上の駆動回路により駆動圧電素子2bには一定の電圧が印加され、流路3aの体積を縮小している。印字において選択

された駆動圧電素子2bにパルス状信号電圧(信号パルス)を印加すると、該信号パルスの立下げにより流路3aの体積は増加してインクを吸入し、信号パルスの立上げにより該駆動圧電素子2bは厚み方向に変位し、上部隔壁15を介して流路3aの容積が急速に縮小し、その結果ノズル板6のノズル6aよりインク液滴を吐出する。

【0011】図6(a)、(b)は、前記第3図(a)、(b)に示した記録ヘッドの駆動電圧波形を示す図で、図(a)は駆動電圧波形で、図(b)は、残留振動(A部)を示す。上記ヘッドの駆動においては、図(a)に図示した駆動電圧波形中、波高値 V_{p1} 、パルス幅 Pw_1 のパルス信号のみが駆動用の圧電素子2bに印加されていた。パルス信号の立下り(矢印Pd方向)においては、駆動圧電素子2bの厚み方向の縮小により、流路3aの容積が増加して負圧を生じ、その結果インク供給パイプ5よりインクを吸引し、パルス信号の立上げ(矢印Pu方向)により、厚み方向の変位を生じて逆に流路3aを押圧圧縮し、この加圧によりノズル6aよりインク液滴を吐出する。このような単一のパルス信号を印加した駆動圧電素子2bの駆動においては、パルス信号の周波数を変化させるとインク液滴の吐出速度 V_j が変動し、記録に印字したときに画像品質を損ねるという問題があった。

【0012】本発明者らは、このインク液滴の速度変動の原因は、流路の寸法、材料、および形状等からなる流路3aの構造と圧電素子2の弾性係数及びインク液の粘性、質量等を含む振動系から定められる固有振動数にインク液が共振して圧力波が発生するからであると考えた。また、駆動圧電素子2bに図(a)に示すような駆動パルス信号の立上げ(矢印Pu)後に、図(a)のA部に残留振動波形が発生し、図(b)のように観察される。

【0013】この残留振動の発生は、図(a)のパルス信号の立上げ(矢印Pu)によって流路3a内のインク液が加圧され、ノズルからインク液滴が吐出した後に、インク液に発生した圧力波が圧電素子2を加圧し、該加圧による圧電効果によって駆動圧電素子2bに発生される電圧波形が駆動電圧波形に重畳されることによるものである。従って、駆動電圧波形上にみられる残留振動は流路3a内のインク液の圧力波形に同期していると考えられる。

【0014】図2は、残留振動の振幅 V_m とパルス幅 Pw および波高値 V_p の関係を示す図で、パルス信号の波高値 V_p が一定であればパルス幅 $Pw = Pw_1$ のとき残留振動の振幅 V_m は最大となる。従ってパルス幅 Pw が一定値 Pw_1 であれば、波高値 $V_p = V_{p1}$ のとき最大振幅 V_m は V_{m1} となり、また波高値 $V_p = V_{p2}$ のときの最大振幅 V_m は V_{m2} となる。図示のように残留振動の最大振幅 V_m はパルス信号の波高値 V_p が大きい程大き

くなる。インク液滴の吐出速度 V_j は最大振動 V_m の大きさが大きい程速くなる。従ってインク液滴吐出速度 V_j を速くしようとする残留振動振幅も高くなるので、吐出速度 V_j の変動が大きくなってしまふ不都合が生ずる。

【0015】本発明は、上記残留振動をみかけ上無くすることで、上記不都合を取除き駆動パルス信号の周波数 f によるインク液滴の吐出速度 V_j が変動のない平坦な特性とするものである。図1(a), (b)は、本発明による駆動電圧波形を説明するための図で、図(a)は、圧電素子に印加する時間軸上の電圧波形で、図中、①は主駆動信号パルス(実線で示し、以下、第1パルスと呼ぶ)、②は補償パルス波信号(点線で示し、以下、第2パルスと呼ぶ)である。また、図(b)は、図(a)の第1パルス①を駆動圧電素子2bに印加した場合の残留振動波形を示す図であり、図中の①(実線)及び②(点線)は図(a)における①、②と対応している。

【0016】図(a)における第1パルス①は、図6に図示した波高値 V_{p1} 、パルス幅 Pw_1 の電圧信号パルス波形で、この第1パルス①を駆動圧電素子2bに印加することにより発生する残留振動は、前記第1パルス①の立上げ(矢印 Pu)の時点から実線で示す減衰振動であり、第2パルス②は第1パルス①による残留振動①を打消すために半波長の奇数倍の位相差をもって印加される。ここで第2パルス②のパルス幅 Pw_2 は図(b)でしめすごとく、残留振動の振幅が $V_m = V_{m2}$ であるような残留振動を発生するものでなければならない。この場合のパルス波高値 $V_p = V_{p1}$ であるから、図2の特性図において、パルス波高値 $V_p = V_{p1}$ の曲線上、残留振動の振幅 $V_m = V_{m2}$ に相当するパルス幅は Pw_2 と決定される。以上、波高値 V_{p1} 、パルス波高値 Pw_2 の第2パルス印加の結果、図(b)の残留振動は第1パルス①の残留振動①と第2パルス②の残留振動②との合成波となって打消される。

【0017】また、第2パルス②の立下げ(矢印 Pd)の時期は、次に印加される第1パルス①の立上げ(矢印 Pu)によるインク液滴の吐出を中断することがないように、時間遅れ T_d を設定して印加されなくてはならない。以上のことから、第2パルス②が第1パルス①に対しての位相遅れ時間 T_d 、すなわち、①の立上げから第2パルス②の立上げまでの時間遅れ T_d は $T_d = (3/2)T$ (T は残留振動の周期)であり、パルス幅 Pw は $Pw = Pw_2$

のとき残留振動①と②を合成したB部における残留振動波形は最も効率よくなくなる(減衰する)。

【0018】次に実施例を説明する。図3(a), (b), (c)は、本発明と比較するための従来の液体噴射記録のヘッドの駆動結果を説明するための図で、図4(a), (b), (c)は、本発明によるヘッド駆動の

実施例を説明するための図で、各々図(a)は駆動波形を示す図、図(b)は吐出した液滴の形状を示す図、図(c)は、液滴速度 V_j の周波数特性を示す図である。

【0019】図(a)の従来用いられている信号パルス波形は、

第1のパルス 波高値 $V_p = 22$ (V)

パルス幅 $Pw_1 = 14$ (μs)

である。このとき、パルス立上げ後、時間とともに液滴はノズルから図(b)に示すように(1)→(2)→(3)のように吐出するが、その後も残留振動の影響を受けて(4)→(5)→(6)のように、不要な滴が吐出して画質を損ねる。また、液滴の速度変動は、図(c)に示すように、駆動用周波数 f が高くなるにつれて、変動量が大きくなり、 $f = 8$ (kHz)近傍で吐出不能となり、記録速度の限界を生ずる。

【0020】図4(a), (b), (c)は、本発明の液体噴射記録ヘッドの駆動方法によるヘッド駆動結果を説明するための図で、図示において、第1パルスの波高値 V_p およびパルス幅 Pw_1 は、図3の従来技術の場合と比較するために、同一の信号パルス波形としている。

【0021】すなわち、第1パルスと第2パルスおよび時間遅れ T_d は、

第1パルス 波高値 $V_p = 22$ (V)

パルス幅 $Pw_1 = 14$ (μs)

第2パルス パルス幅 $Pw_2 = 7$ (μs)

時間遅れ $T_d = (3/2)T = (\mu s)$

(但し、残留振動の周期 $T = 28(\mu s)$)

この場合、液滴の吐出は、図4(b)に示すように(1)→(2)→(3)となり、図3(b)の(4), (5), (6)の場合のような不要な滴は吐出しない。

【0022】前記において、第2パルス②の立上げ時期は、第1パルスによる残留振動①を打消すために、残留振動の半波長の奇数倍の位相差の時間遅れ(T_d)をもって印加され

$T_d = (3/2)T$ (T は残留振動の周期)

が最適値であると述べた。これに対して最適値の時間遅れの近傍における半波長の奇数倍の位相差すなわち遅れが $T_d = (1/2)T$ 及び $(5/2)T$ の場合について液滴噴射に及ぼす影響について述べる。

【0023】(1) $T_d = (1/2)T$ の場合

第1パルス①の立上げ(Pu)により流路3a体積を縮小することにより発生する圧力波は、液滴を噴出し始め、更に液滴は液柱の形で成長させる。振動波が $1/2T$ に到る期間に流路3aの体積は増大して $1/2T$ の時点で流路3aの体積が最大となり、流路3a内の圧力も最小となる。この間も、液滴は運動を続けるが、流路3aと液滴との間の液のメニスカス(表面張力)で平衡を保っている。次の半周期で再び加圧され、液滴は液柱の状態で運動するが、時間 T を経た点Pにおいて、流路3a内の圧力が低下することにより液柱は、図3(b)の

7

(3) に示す液滴として噴射される。従って、 $T_d = (1/2)T$ で第2パルス②を立上げると、第1パルスによって形成されつつある液滴を形成する途中で第2パルスの印加により切断することとなる。この結果、①液滴の吐出量 (M_j) が小さくなり、吐出効率が低下する。② 流路内の記録液のメニスカス (表面張力) が不安定になり、流路内に空気を吸収しやすくなり、記録不能となることがある。

【0024】 (2) $T_d = (5/2)T$ の場合

① 液滴の後端が離脱するP、Q点の位置で図3 (b) の(4)、(5)、(6)に図示するような不要な液滴が吐出して紙面を汚すというように画像品質を低下させる。② 駆動時間である第1パルスのパルス幅 Pw_1 と時間遅れ T_d との和 ($Tw_1 + T_d$) が長くなり、高周波駆動に不利である。

【0025】 図4 (c) は滴速度 V_j の周波数特性であるが、図3 (c) でみられた速度変動はほとんど無くなり、安定した吐出が行われ、駆動周波数 $f > 10\text{kHz}$ まで応答可能となった。上記、実施例による第2パルス②は、パルス幅 $Pw_1 > Pw_2$ であるが、先に述べたように残留振動の振幅 $V_m = V_{m2}$ であれば良いので、第1パルス①と同じパルス幅でも図2に図示した如くパルス波高値 V_p を V_{p1} よりも低い $V_p = V_{p2}$ に設定すれば同様な効果が得られる。

【0026】 次に、第1パルスと第2パルスとを印加するための駆動回路の具体例について述べる。図7 (a)、(b) は駆動回路の一具体例を示す図で、図 (a) は回路構成図、図 (b) は波形のタイミングチャートを示し、図中、21、22、23は単安定マルチバイブレータ (以下、モノマルチと呼ぶ)、24はOR回路、25~30は抵抗、31はPNP型トランジスタ、32はNPN型トランジスタ、33は電源、34は圧電素子 (PZT) 素子である。

【0027】 図 (a) において、選択された圧電素子34を駆動するための印字信号が、モノマルチ21に印加される。モノマルチ21は、第1パルスを形成するためのパルス幅 Pw_1 を定め、図 (b) のパルスaをOR回路24の一方の入力端に入力する。一方、モノマルチ21より出力されたパルスaは、直列接続されたモノマルチ22と23を経て、時間遅れ T_d 、パルス幅 Pw_2 の第2パルスを成形するためのパルスbを出力する。パルスbはOR回路24の他方の入力端に入力し、OR回路24からはパルスaとパルスbとを加算したパルスcが得られる。

【0028】 NPN型トランジスタ32は常時開路されており、圧電素子34には、PNPトランジスタ31と抵抗29を経て電源電圧 V_p が印加されている。OR回路24より出力された正のパルス列cが抵抗25と27を介してPNP型トランジスタ31とNPN型トランジ

8

スタ32のベースに印加されると、NPN型トランジスタ32は閉路され、PNP型トランジスタは開路されるので、端子dには電源電圧 V_p からほぼ零ボルトの波動値をもつパルス幅 Pw_1 の第1パルスと遅れ時間 T_d をもって出力されるパルス幅 Pw_2 の第2パルス電圧が出力する。電源電圧 V_p にチャージされた圧電素子34はパルス立下げ P_d では抵抗30を介して放電され、パルス立上げ P_u においては抵抗29を介して充電される。従って、放電時間および充電時間の設定は抵抗30および29の抵抗値を選定することによって変更できる。図7 (A) の回路は、原理的に図示したものであり、これらを集積回路で構成することもできる。

【0029】

【効果】 以上の説明から明らかなように、本発明の液体噴射記録ヘッドの駆動方法によれば、

(1) 第1パルス印加後に、所定パルス幅、波高値の第2パルスを印加することにより、残留振動を抑制することができるので、液滴の速度変動を大幅に減少させることができ、不要な液滴の吐出も防止できる。従って、簡単に低コストで、印字品質を大幅に向上させることができる。

(2) 第2パルスのパルス幅を変更しての印加は駆動回路の時間的制御のみで論理IC (集積回路) により簡単に実現できるので低コストの補償ができる。

(3) 第2パルスの波高値を変更することは残留振動の振幅値の変動がパルス波高値の変化に対して小さいので波高値変動に対するマージン (余裕) 幅が広い。

(4) 第2パルスの印加時を第1パルスより残留振動周期 T に対し $(3/2)T$ を遅らせるだけでより効率よく残留振動を無くすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明による駆動電圧波形を説明するための図である。

【図2】 残留振動の振幅 V_m とパルス幅 Pw および波高値 V_p の関係を示す図である。

【図3】 従来の液体噴射記録のヘッドの駆動結果を説明するための図である。

【図4】 本発明の液体噴射記録ヘッドの駆動方法によるヘッド駆動結果を説明するための図である。

【図5】 液体噴射記録ヘッドの構成を説明するための図である。

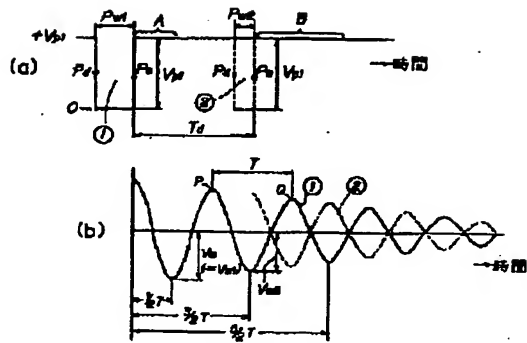
【図6】 従来の液体噴射記録ヘッドの駆動電圧波形を示す図である。

【図7】 駆動回路の一具体例を示す図である。

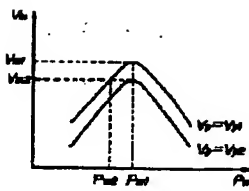
【符号の説明】

1…基板、2…圧電素子、2a…非駆動圧電素子、2b…駆動圧電素子、3…流路板、3a…流路、4…共通液室構成部材、5…インク供給パイプ。

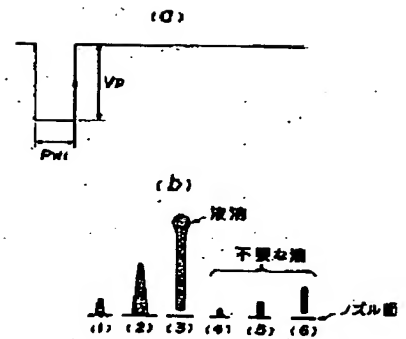
【図1】



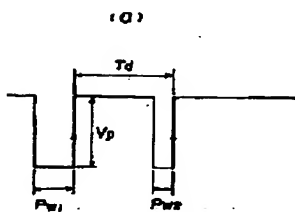
【図2】



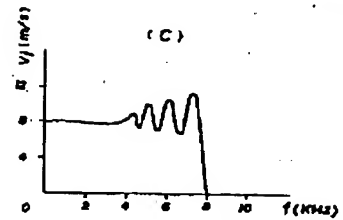
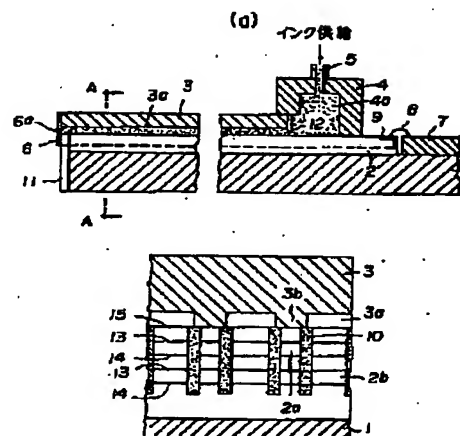
【図3】



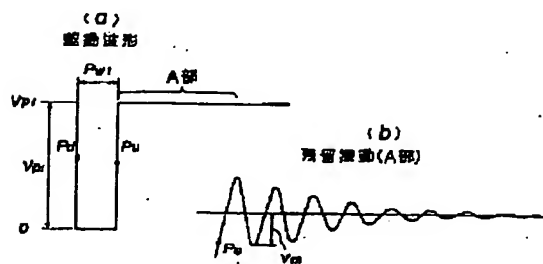
【図4】



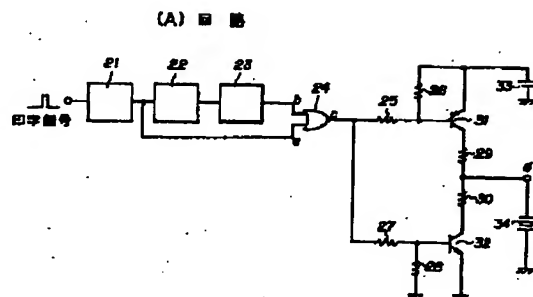
【図5】



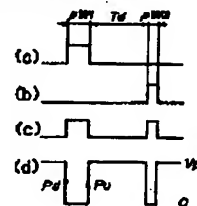
【図6】



【図7】



(B) タイミングチャート



フロントページの続き

(72)発明者 稲田 俊生
東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式
会社リコー内

(72)発明者 門永 雅史
東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式
会社リコー内